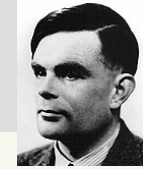


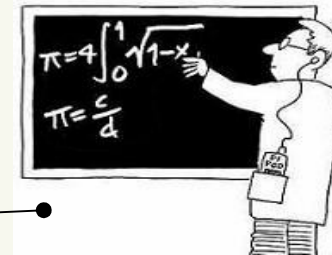
# Pojęcie uniwersalnej maszyny Turinga



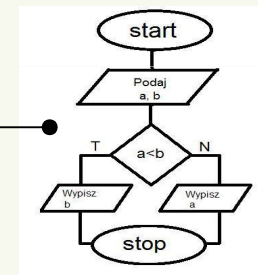
# Kim był Alan *TURING* ?



- *matematyk*



- *prekursor informatyki*



- *filozof umysłu*



# *KALENDARIUM (1912 – 1954)*

**1931 do 1939** – studiuje, a następnie pracuje w King's College w Cambridge.

**1936** – publikuje swoją najważniejszą pracę „*On Computable Numbers...*”. Wprowadza w niej podział na liczby obliczalne i nieobliczalne, oraz ideę *abstrakcyjnej maszyny*, która uściśla w sposób ostateczny pojęcie algorytmu, a dziś stanowi najprostszy model komputera cyfrowego.

**1939 do 1945** – pracuje jako kryptolog w służbie wywiadu brytyjskiego; konstruuje specjalne maszyny deszyfrujące (tzw. *bomby Turinga*), które pozwalają rozszyfrowywać tajne depesze niemieckie kodowane za pomocą maszyny *Enigma*.

**1946 do 1950** – uczestniczy w pracach nad skonstruowaniem pierwszego angielskiego komputera cyfrowego.

**1950** – publikuje artykuł „*Computing Machinery and Intelligence*”, w którym formułuje swoje filozoficzne poglądy n.t. możliwości zaistnienia sztucznej inteligencji.

**1954** – popełnia samobójstwo; jest to dramatyczna reakcja na publiczne szykany wobec jego orientacji homoseksualnej.

*Co łączy maszyny Turinga z  
komputerami cyfrowymi?*

*Dlaczego MT jest obiektem/bytem  
abstrakcyjnym?*

# *Czym jest* MASZYNA TURINGA?

- ✓ Jest to abstrakcyjny (matematyczny) automat precyzujący pojęcie **algorytmu**, czyli procedury mechanicznej, realizowanej przez zaprogramowany mechanizm o **stanach dyskretnych**.
- ✓ Mówiąc inaczej, jest to matematyczny **model komputera cyfrowego**.  
**Konkretna MT** jest równoważna obliczeniowo komputerowi cyfrowemu realizującemu konkretny program.  
**Uniwersalna MT** jest równoważna komputerowi z minimalnym oprogramowaniem, pozwalającym realizować różne programy.

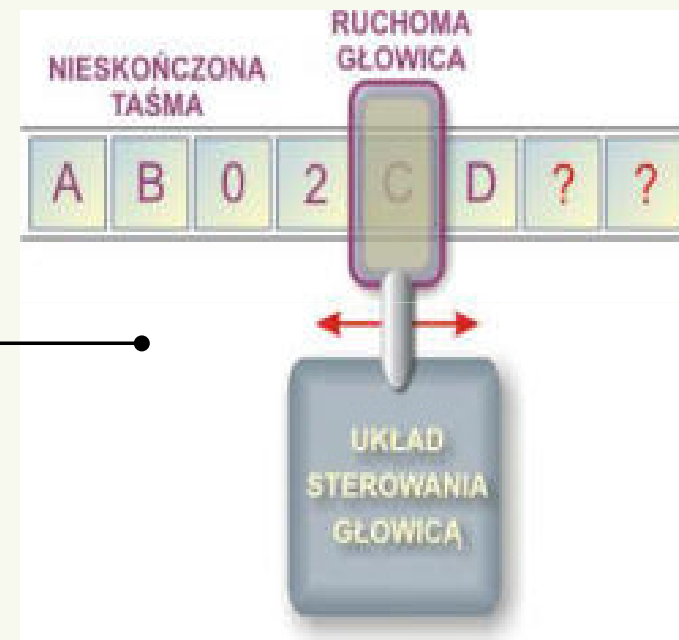


*Jak jest „zbudowana” maszyna Turinga?*

# *Jak jest „zbudowana” maszyna Turinga?*

- Maszyna Turinga składa się z:
  - (1) nieskończonej, podzielonej na odrębne komórki, **taśmy**.
  - (2) **głowicy** do odczytu-zapisu danych,
  - (3) **rejestr**u stanów,
  - (4) **tablicy** przejść między stanami.

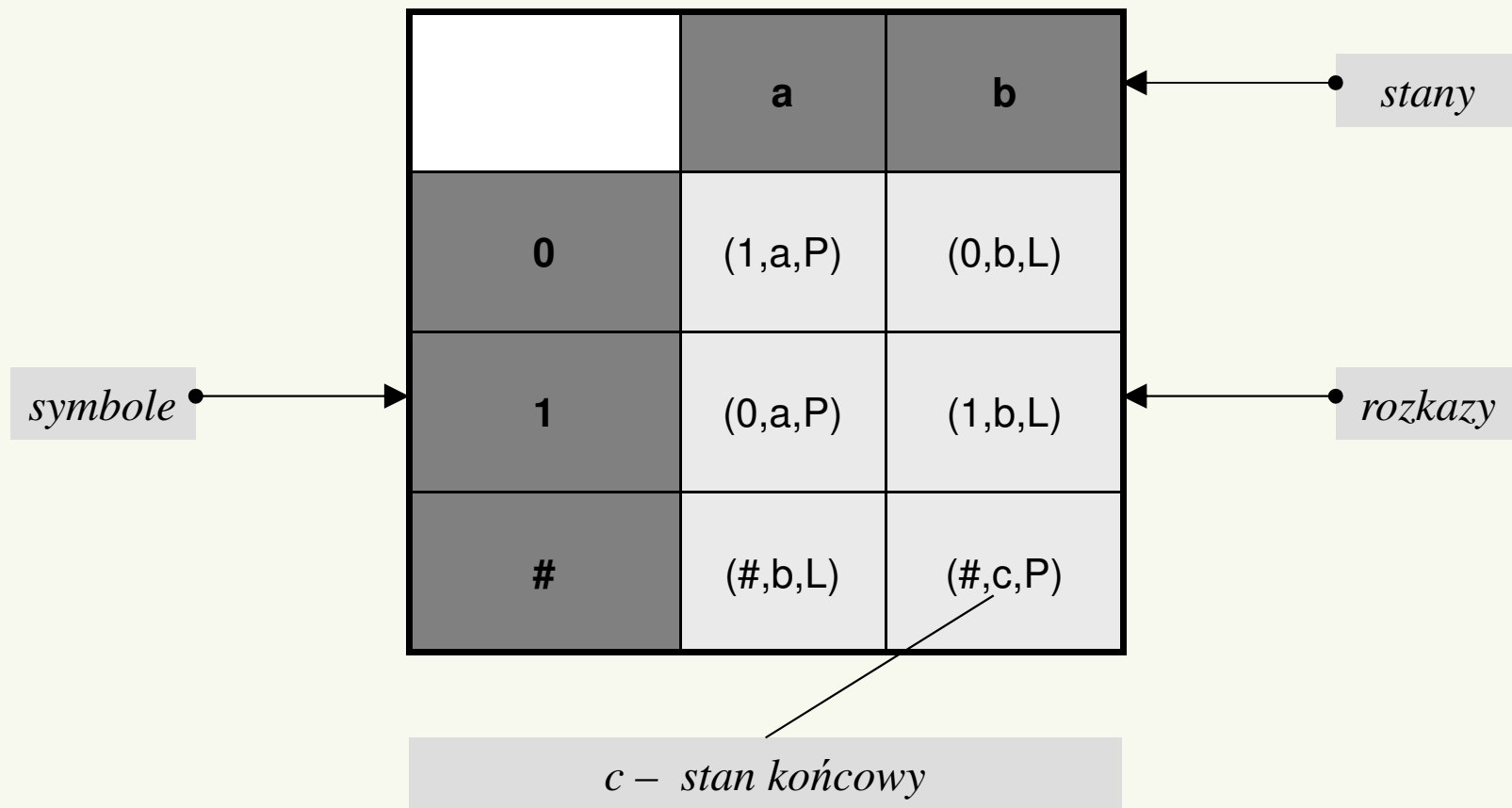
Automat ten działa na podstawie programu zawartego w tablicy (4).



*Jak wygląda program  
maszyny Turinga?*



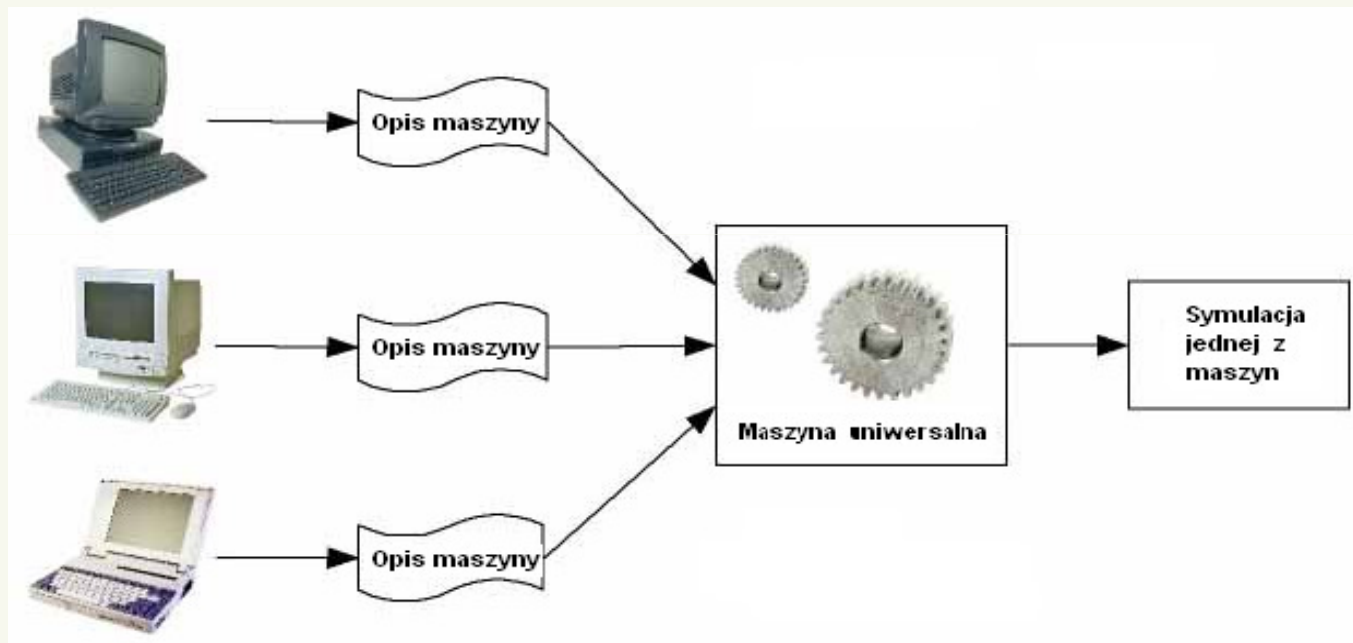
# *Jak wygląda program maszyny Turinga?*



*Czym jest uniwersalna maszyna Turinga?*

# *Czym jest uniwersalna maszyna Turinga?*

- UMT jest specjalną maszyną Turinga, której program ma za zadanie **symulować** działanie dowolnej, konkretnej MT.

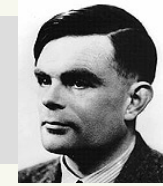


- Wykazano, że UMT może wykonać dowolnie złożony program dla dowolnie zaawansowanej technicznie **maszyny cyfrowej**.

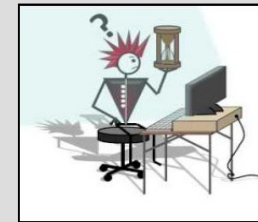
*Czy maszyny Turinga (komputery cyfrowe) mają jakieś obliczeniowe ograniczenia?*

*Czy istnieją problemy za ich pomocą nierozwiązywalne?*

# Zaskakujący wynik Turinga



- ▶ Istnieją **liczby**, których **nie można obliczyć**.  
( *algorytmicznie, za pomocą MT* )
- ▶ Istnieją **problemy** (ściśle zdefiniowane),  
których **nie można rozwiązać**.  
( *algorytmicznie, za pomocą MT* )



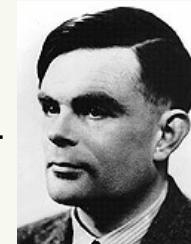
# *Turingowski problem stopu*

**Problem stopu** (maszyny Turinga)

✓ Dla dowolnej maszyny  $MT_i$  i jej dowolnych danych wejściowych  $D_j$

*odpowiedz jednoznacznie,*

czy  $MT_i$  zatrzyma się dla danych  $D_j$   
tj. zakończy przetwarzanie danych  $D_j$ ?



Mniej technicznie:

Czy istnieje taki uniwersalny algorytm, który analizując zapis każdego innego algorytmu oraz dowolnych jego danych,

*rozstrzygnie jednoznacznie*

czy analizowany algorytm zakończy przetwarzanie swoich danych, czy też będzie je przetwarzał w nieskończoność?

# *Inne pr. nieobliczalne zasadniczo*

Czy dane równanie *diofantyczne*, z dowolną liczbą niewiadomych i całkowitymi współczynnikami, ma choć jedno rozwiązanie w zbiorze liczb całkowitych?

•  $x^2 + 2y^3 - 4y^2 + z^4 = 0$

Czy dane dwa języki sztuczne, z określonymi regułami budowania słów, pozwalają zbudować, zgodnie ze swoimi regułami, to samo (dane z góry i dowolne) *słowo*?

• *abbbcaabbbababc*

# *Czy problemy nierozstrzygalne są nierozstrzygalne W OGÓLE?*

## Teza Churcha-Turinga

- Każdy problem, dla którego istnieje efektywny algorytm rozwiązania, można rozwiązać za pomocą maszyn Turinga.

( *maszyna Turinga dostatecznie dobrze opisuje pojęcia algorytmu i algorytmizowalności* )

## Czy istnieją jednak maszyny alternatywne?

- neurokomutery
- komputery kwantowe ( ... ? ... )
- maszyny analogowe

